

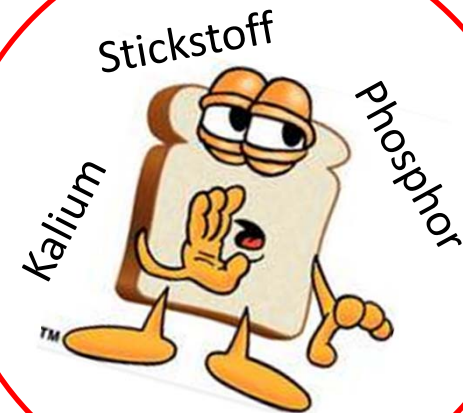
# **Ein Ansatz zur Quantifizierung von Stressfaktoren beim Weizen Monitoring – Ein Vergleich von optimalem LAI und fernerkundlichen Messungen**

AK Fernerkundung „Vom Potential zur Lösung“  
TU Berlin  
10.10.2014



Peter Zellner\*, Gunther Schorcht, Erik Borg, Christopher Conrad

\*Universität Würzburg, Institut für Geographie und Geologie, Lehrstuhl für  
Fernerkundung, Oswald-Külpe-Weg 86, 97074 Würzburg



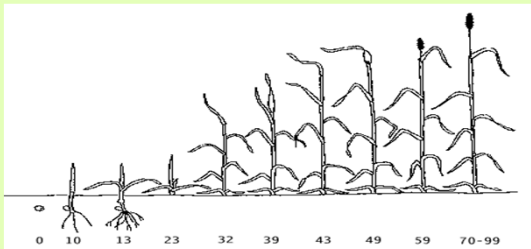
Stressfaktoren beeinflussen Wachstum  
im negativen Sinne.

Bestimmung der Stressfaktoren ist  
Voraussetzung für genauere  
Wachstumsmodellierung zu.

1

Klimagetriebenes Pflanzenwachstumsmodell kann optimales Wachstum gut abbilden.

Stressfaktoren sind schwer zu modellieren:  
Wasserstress, Hitzestress, Nährstoffstress

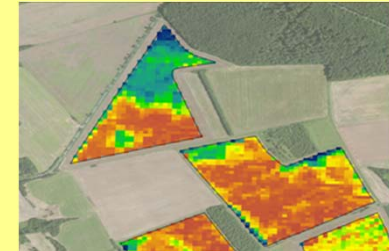


2

Diese Stressfaktoren sind der Pflanze optisch anzusehen (NDVI)

(Macdonald et al. 1980)

RapidEye Satellitendaten eignen sich zum Wachstumsmonitoring  
Unterschiede im Wachstum sind erkennbar



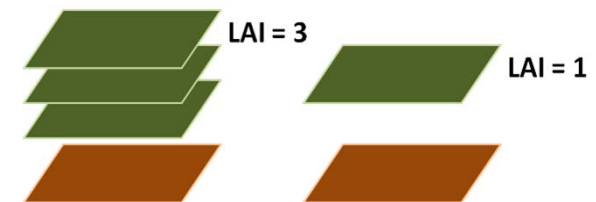
**LAI Pot. – LAI Act.  $\approx$  Approximation der Stressfaktoren**

Unsicherheit: Trennung der Stressfaktoren, Erkennbarkeit aller Stressfaktoren in Satellitendaten, Einfluss der Bestandsdichte

## Definition LAI (Leaf Area Index):

- Biophysikalische Maßzahl die die **einseitige Fläche** des grünen (**photosynthetisch Aktiven**) Blattmaterials **pro Bodenfläche** beschreibt. (Watson, 1947)

$$LAI = \frac{\text{Blattfläche (m}^2\text{)}}{\text{Bodenfläche (m}^2\text{)}}$$



forestry.sfasu.edu

## Händische Messung des LAI:

- Ernten aller Blätter über definierter Bodenfläche.
- Auslegen der Blätter in Schichten über der Bodenfläche.
- Zählen wie viele Blattschichten die Bodenfläche bedecken.



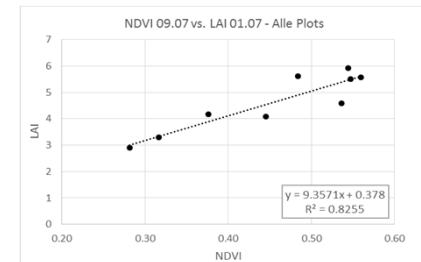
## Bedeutung des LAI in der Wachstumsmodellierung:

LAI → Absorption von Strahlung → Photosynthese → Biomasse (NPP) → Ernte



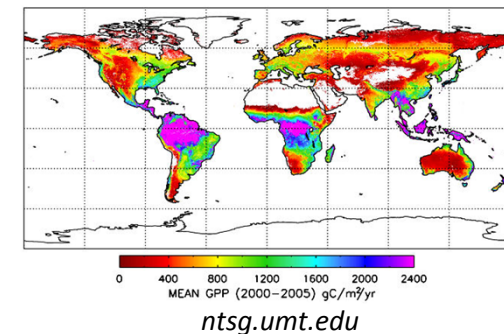
## Korrelation von LAI und FE Daten:

- Verhältnis von  $\rho_{\text{Rot}}$  und  $\rho_{\text{Infrarot}}$  (Bsp. NDVI) korreliert mit NPP (Goward et. al. 1987)
- Lineare Korrelation:  $NPP = a * NDVI + b$



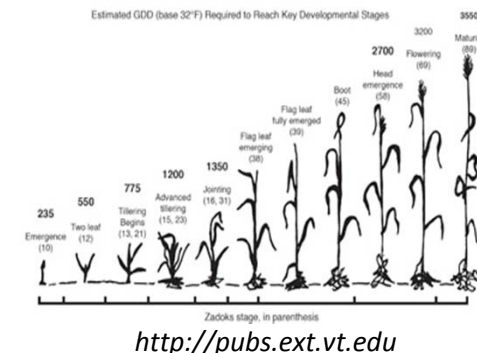
## Strahlungsgetriebenes Modell :

- Basiert auf Light Use Efficiency der Pflanze (LUE) und Fraction of Photosynthetically Active Radiation (fPAR)
- Beispiel: MODIS Produkte MOD15-LAI/fPAR, MOD17-NPP
- $NPP = LUE * fPAR * PAR$

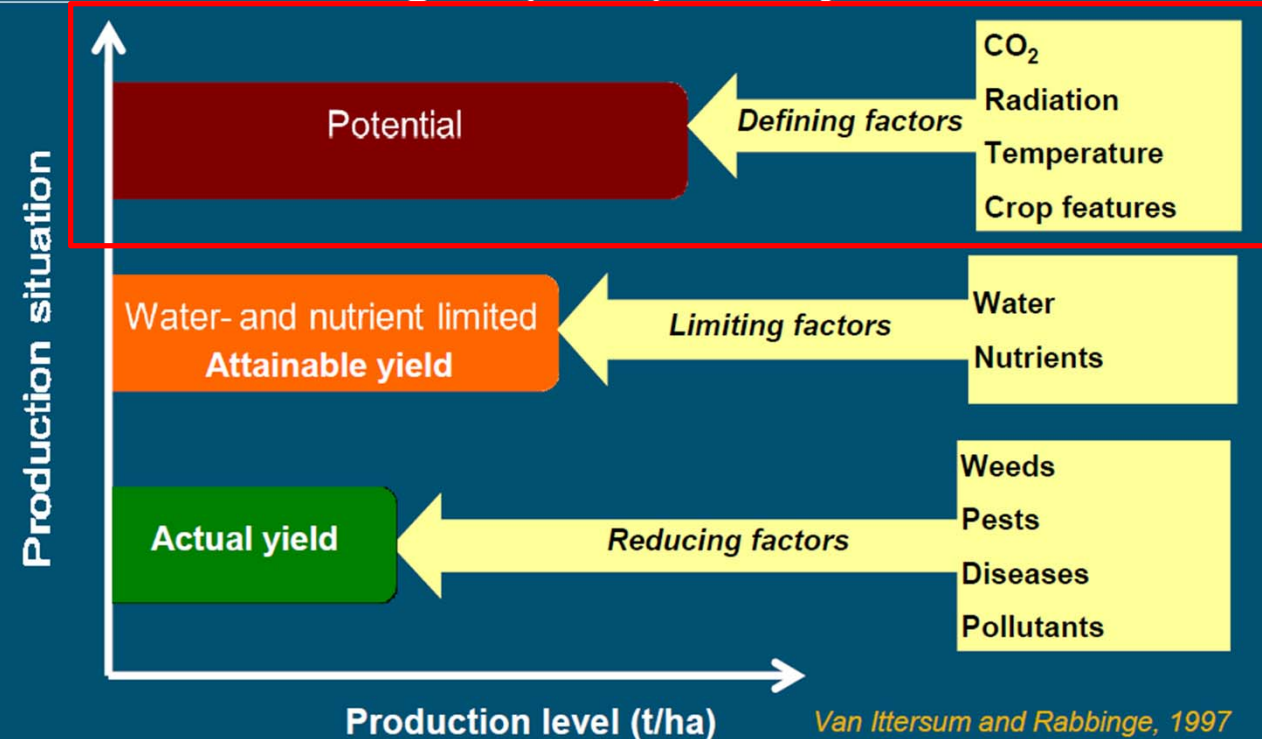


## Mechanistisches Modell:

- Basiert auf Klimadaten, Bodenparametern und Pflanzenparametern
- Photosynthese:  $\text{CO}_2 \rightarrow \text{CH}_2\text{O} \rightarrow \text{Biomasse} \rightarrow \text{Partitionierung} \rightarrow \text{LAI}$
- $\text{GDD} = f(\text{Temp.})$ ,  $\text{Stadium} = f(\text{GDD})$ ,  $\text{Wachstum Blätter} = f(\text{Physiologie, Partitionierung})$
- Beispiel: WOFOST - World Food Studies (Supit et al. 1994)



## Production ecological principles of yield levels



Wachstum ist nur von Strahlung und Temperatur abhängig.

**Wasser- und Nährstoffverfügbarkeit** ist optimal.

- **T<sub>pot</sub>/T<sub>act</sub>** wird nicht bestimmt
- Keine Korrektur für Nährstoffmangel

→ Bewässertes und gedüngtes Szenario

## Klimadaten

- Jahres Tag
- Globalstrahlung ( $\text{kJ m}^{-2} \text{d}^{-1}$ )
- T min ( $^{\circ}\text{C}$ )
- T max ( $^{\circ}\text{C}$ )
- Dampfdruck (kPa)
- Windgeschwindigkeit ( $\text{m s}^{-1}$ )
- *[Niederschlag ( $\text{mm d}^{-1}$ )]*

---

Greifswald, 30 km N von USG  
Globalstrahlung aus mntl. Mittel

## Pflanzenparameter

### Phänologie:

- Übergang in nächstes Wachstumsstadium [GDD]

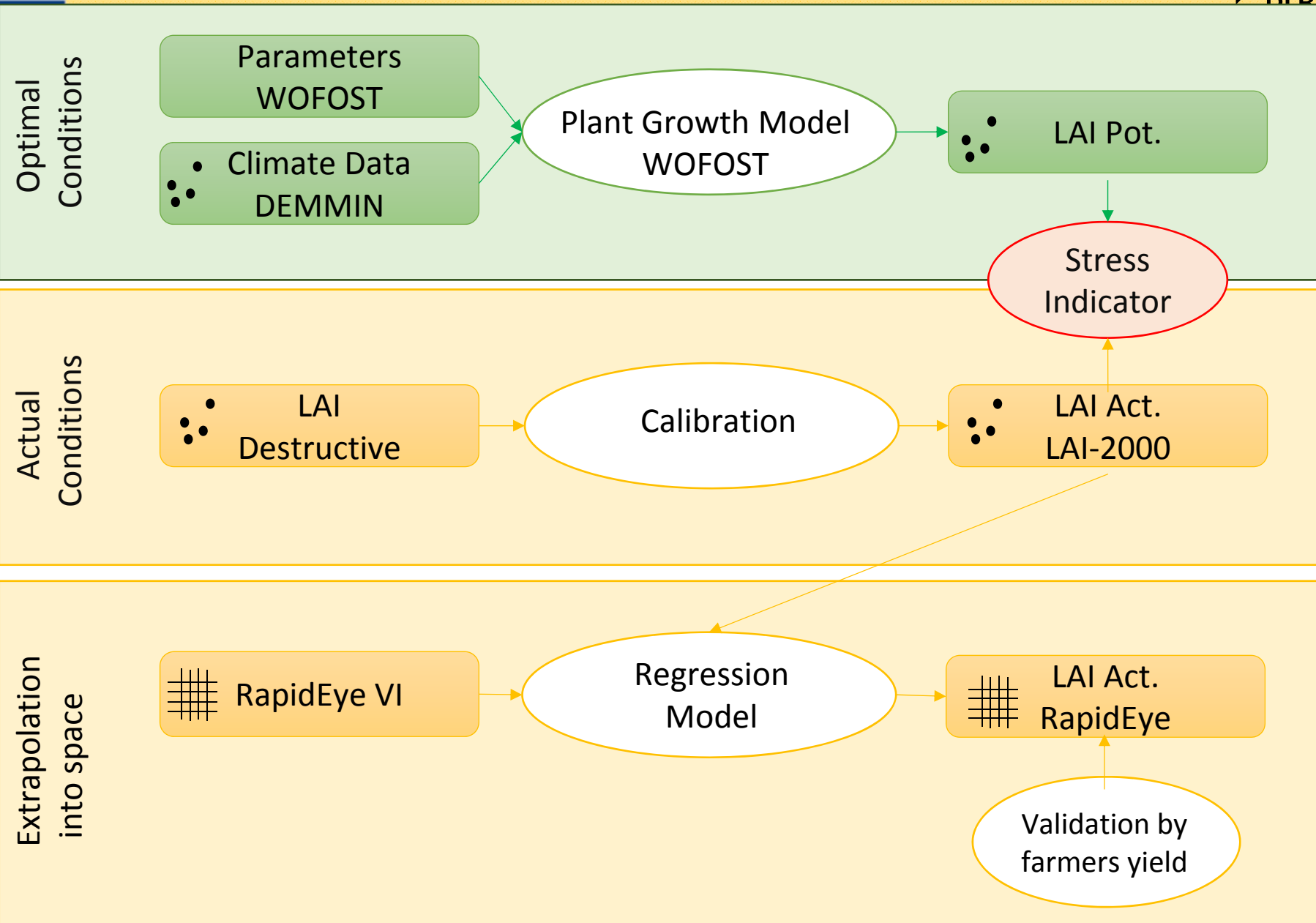
### Physiologie:

- Specific Leaf Area [ $\text{m}^2 \text{kg}^{-1}$ ]
- Leaf duration [GDD]
- Conversion Factors  $\text{CH}_2\text{O}$  to Biomass [ $\text{kg kg}^{-1}$ ]

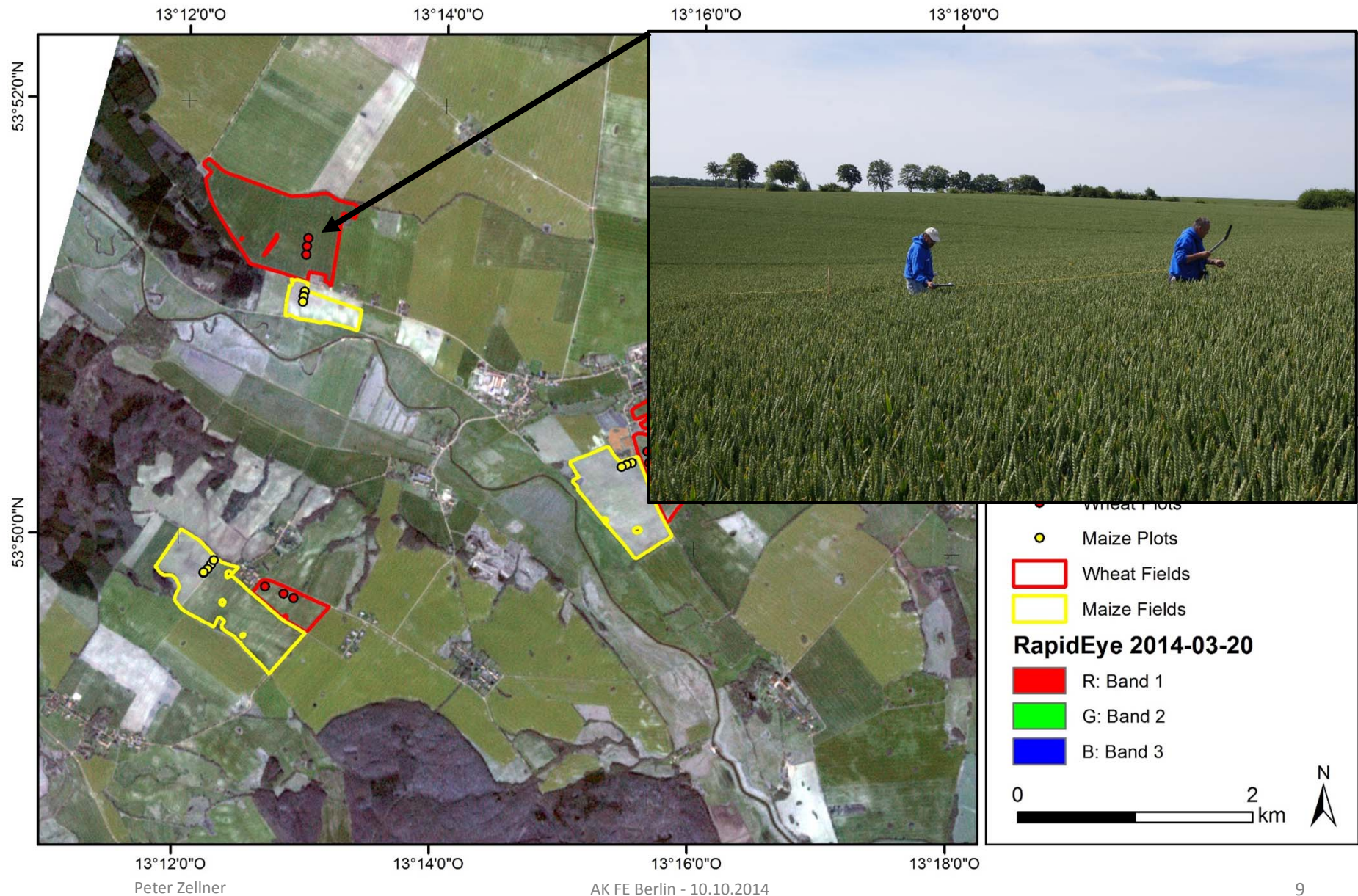
... > 60 Parameter

---

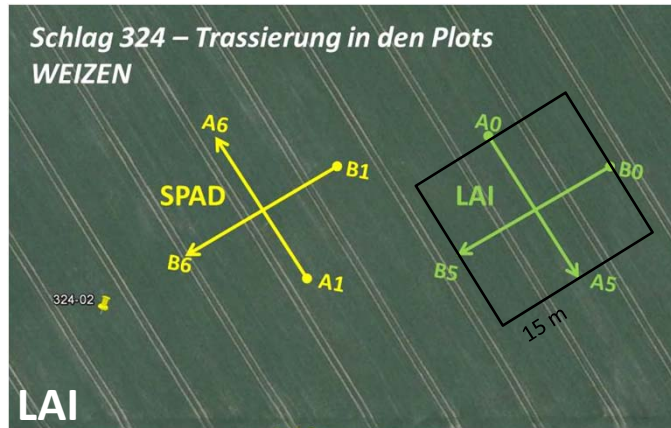
Standardparameter für  
Winterweizen 102 in N-Dtl  
aus SUCROS87



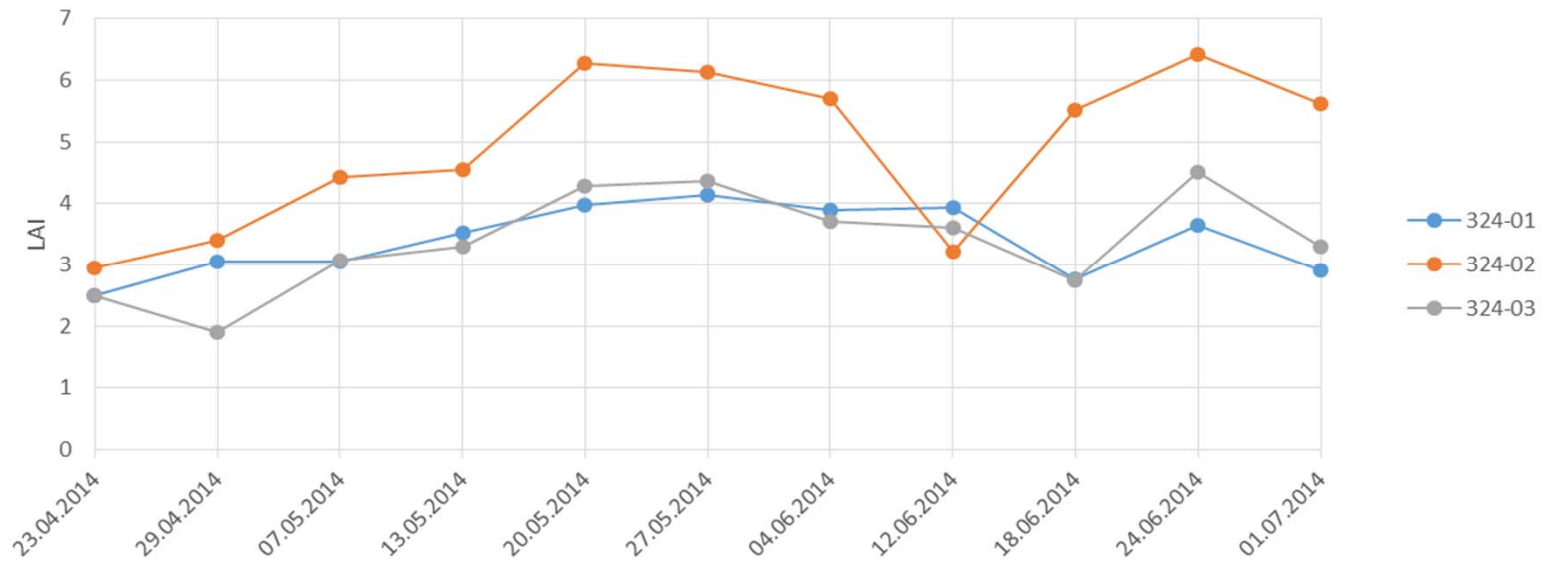




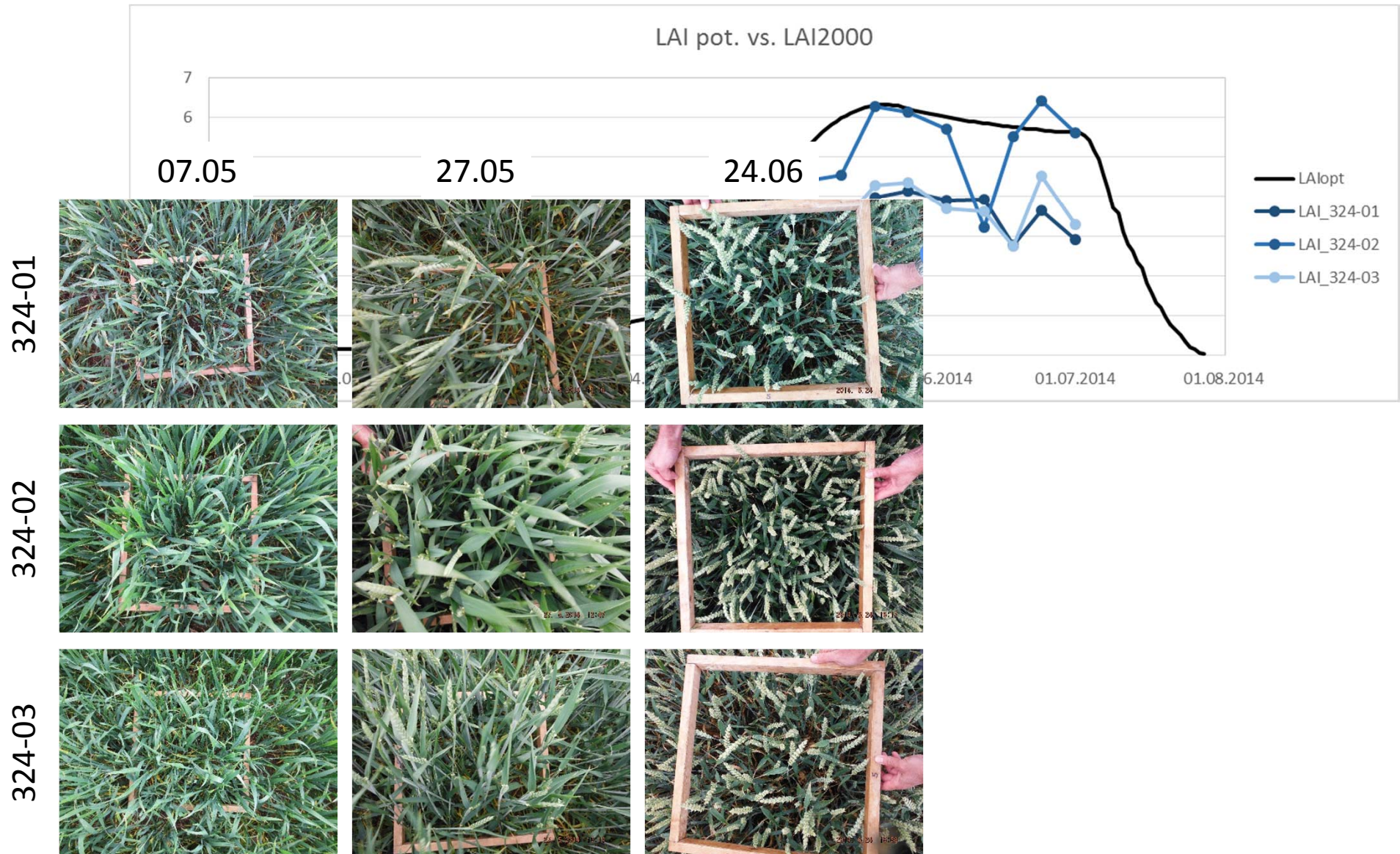


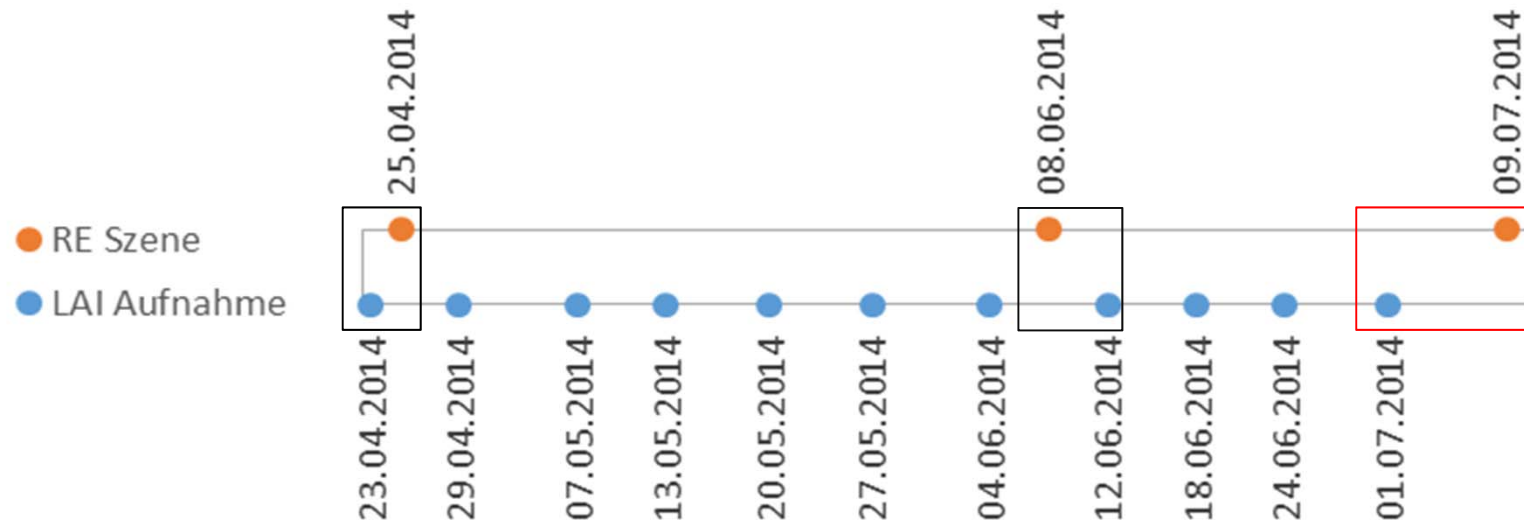


## LAI 2000 Feldmessung – Schlag 324



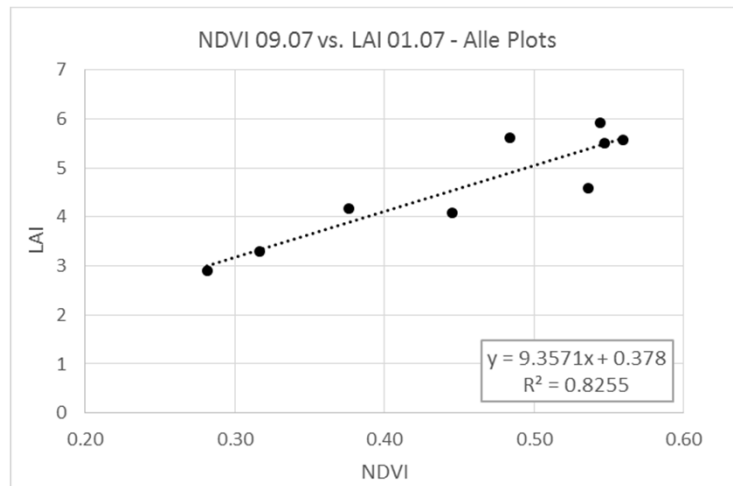






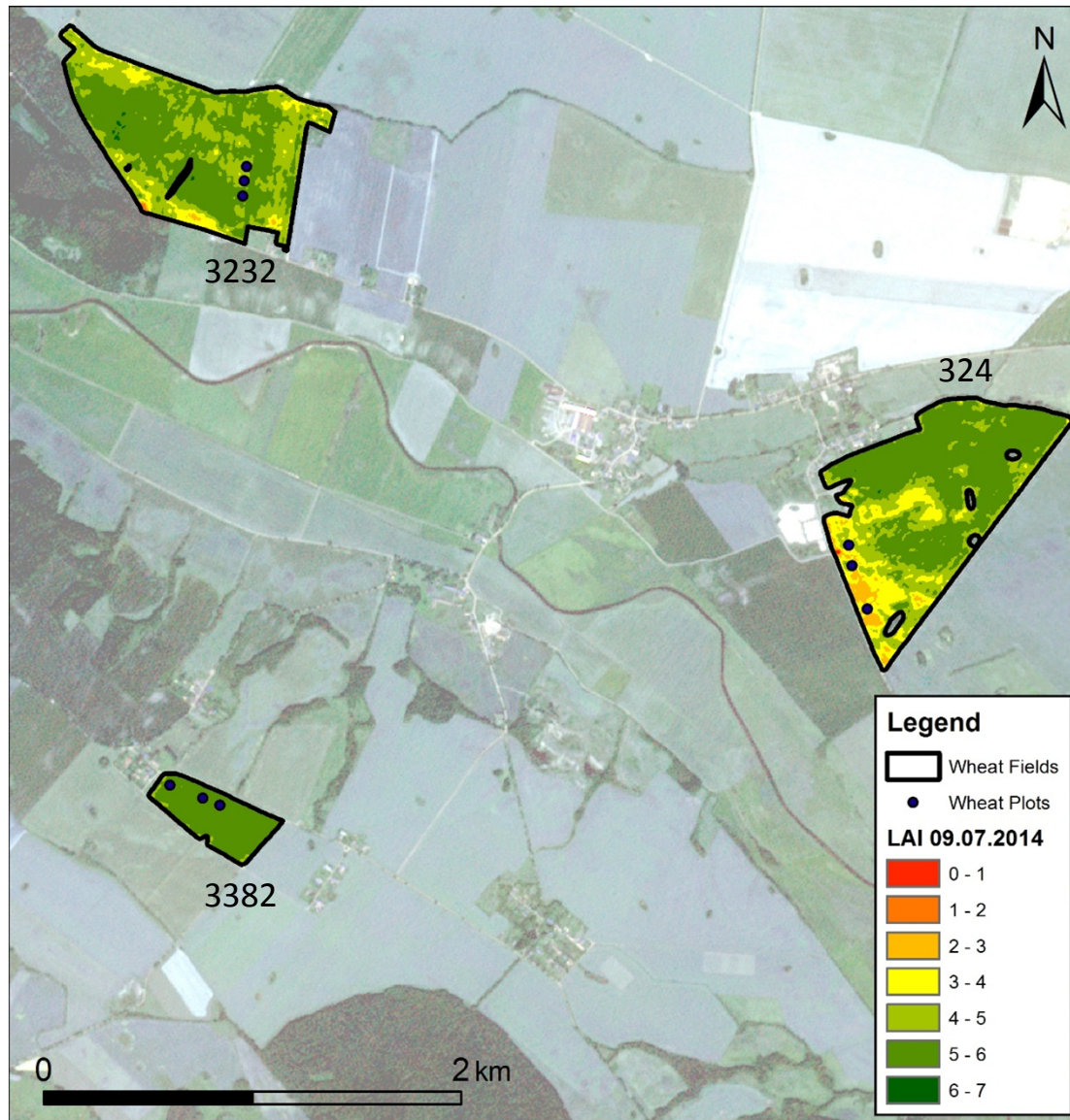
## 3 Datenpaare zur Erstellung des Regressionsmodells





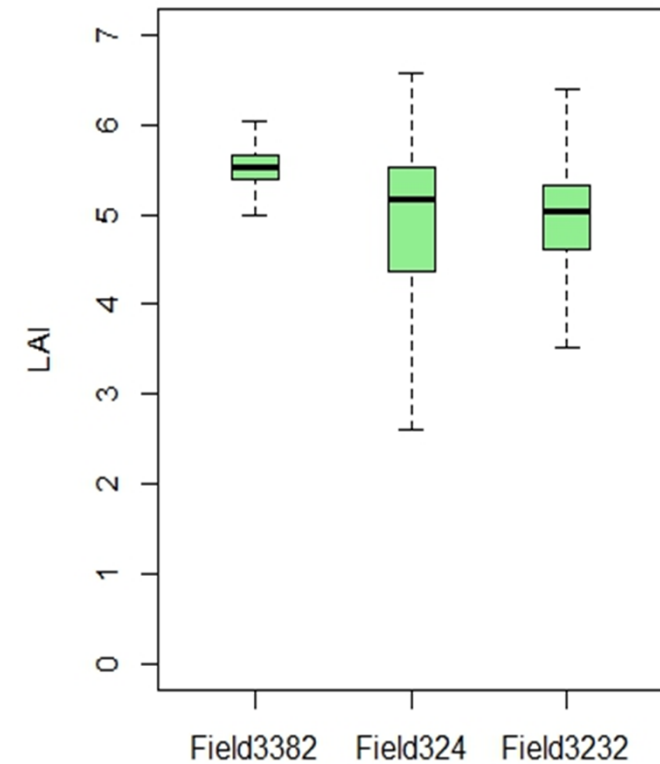
Übertragen der  
Punktinformation  
mittels Regression in  
die Fläche.





Peter Zellner

AK FE Berlin - 10.10.2014



	Field3382	Field324	Field3232
MIN LAI	3.75	0.31	1.61
MEAN LAI	5.49	4.87	4.97
MAX LAI	6.29	6.61	6.48
STD	0.26	0.86	0.57
RANGE	2.55	6.30	4.87
COUNT (Pix.)	5,345	30,540	28,457
AREA (m <sup>2</sup> )	133,625	763,500	711,425



Können Stressfaktoren mittels Fernerkundungsdaten flächendeckend approximiert werden?



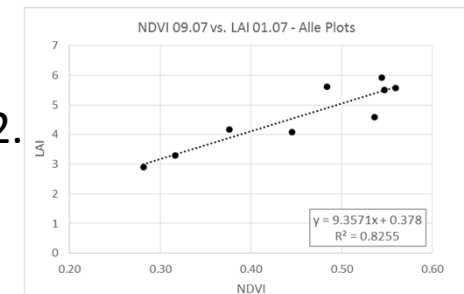
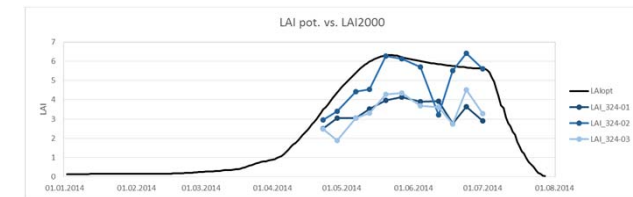
Bisherige Beobachtungen zeigen:

Gemessener LAI Akt. Ist kleiner als modellierter LAI Pot.

- Differenz zwischen LAI Akt. Und LAI Pot. besteht

Korrelation zwischen RE NDVI und LAI-2000 Messungen :  $r^2 = 0,82$ .

- Flächendeckender NDVI verhält sich wie gemessener LAI



Bisher erzielte Ergebnisse unterstützen die Arbeitshypothese

Können diese Ergebnisse bereits als flächenhafte Approximation der Stressfaktoren dienen?

## DISKUSSION

### **In wie fern eigenen sich Satelliten Daten um den Stress der Pflanze zu zeigen?**

- Einfluss der Bestandsdichte
- Stressfaktoren können nicht unterschieden werden
- Welche Stressfaktoren zeigen sich zu welchem Maß in der spektralen Signatur

### **Wie genau wird der Optimale LAI modelliert?**

## AUSBLICK

### **Ableitung des LAI aus RapidEye NDVI**

- Regression für alle Zeitschritte durchführen

### **Verfeinerung des Wachstumsmodells**

- Genauere meteorologische Eingangsdaten
- Bessere Parametrisierung der Pflanzen- und Bodenparameter
- Modellierung des aktuellen LAI

### **Validation**

- LAI2000 Messung mit destruktiver LAI Messung
- RapidEye LAI (in der Fläche) mit Erntedaten
- Modellierung des potentieller LAI



Watson, D. J., 1947. Comparative physiological studies in the growth of field crops. I. Variation in net assimilation rate and leaf area between species and varieties within and between years. *Ann. Bot.* 11, 41-76.

Jordan, C. F., 1969. Deviation of leaf area index from quality of light on the forest floor. *Ecology* 50, 663-666

Supit, I., Hooijer, A.A. and Diepen van, C.A., 1994. System Description of the WOFOST 6.0 Crop Simulation Model Implemented in CGMS, Volume 1: Theory and Algorithms. EUR 15956 EN, Joint Research Center, Commission of the European Communities, Luxembourg.

Van Ittersum, M. K and Rabbinge, R., 1997. Concepts in production ecology for analysis and quantification of agricultural input-output combinations. *Field Crops Research* 52(3), 197-208.

Goward, S.N., Dye, D.G., 1987. Evaluating North-American net primary productivity with satellite observations. *Adv. Space Res.* 7, 165-174

Macdonald R.B., Hall F.G., 1980. Global Crop Forecasting. *Science* 208, 670-679

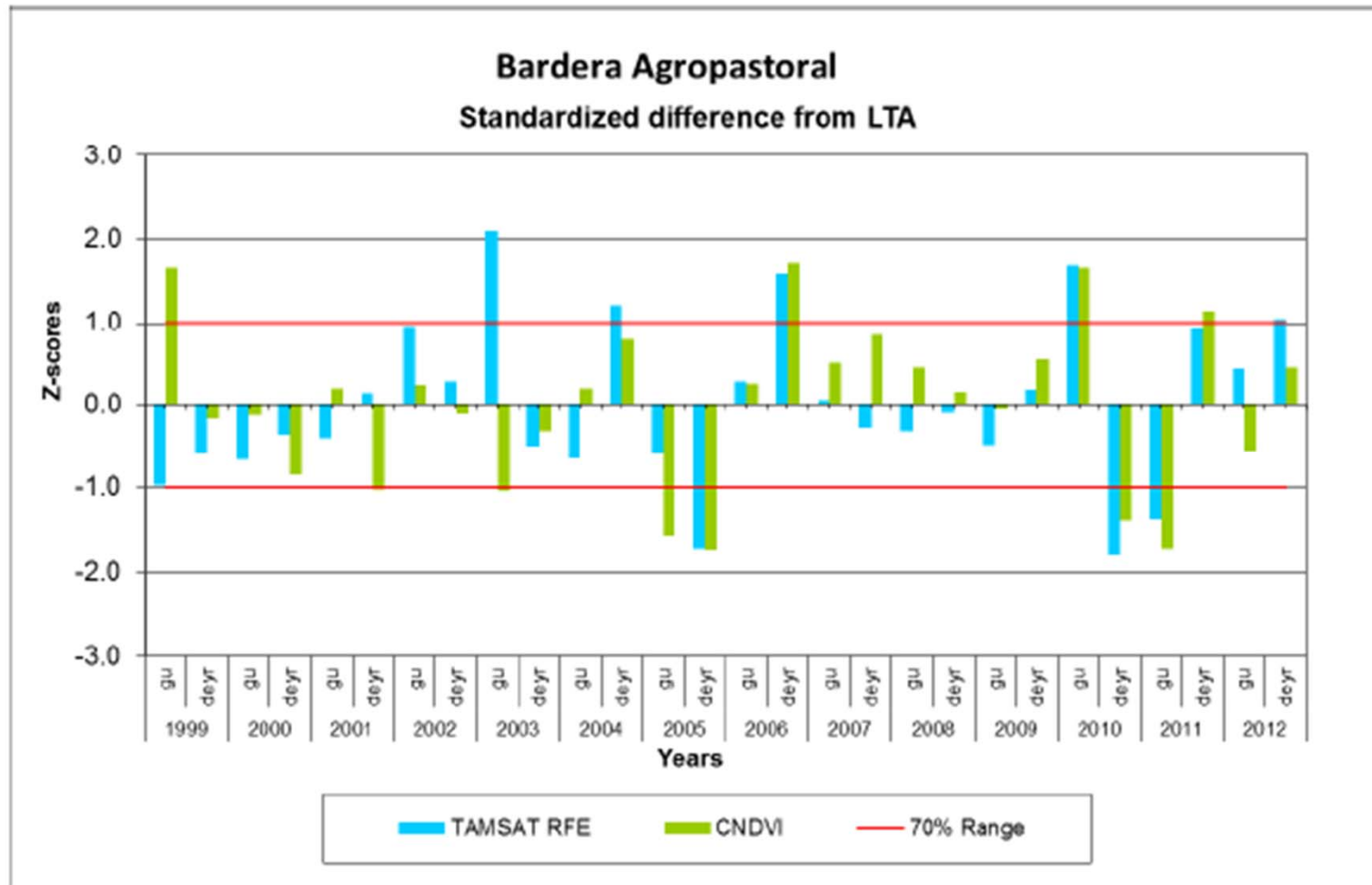
Felix Rembold , Clement Atzberger, Igor Savin, Oscar Rojas 2013. Using Low Resolution Satellite Imagery for Yield Prediction and Yield Anomaly Detection *Remote Sens.* 5, 1704-1733

Vielen Dank für die Aufmerksamkeit

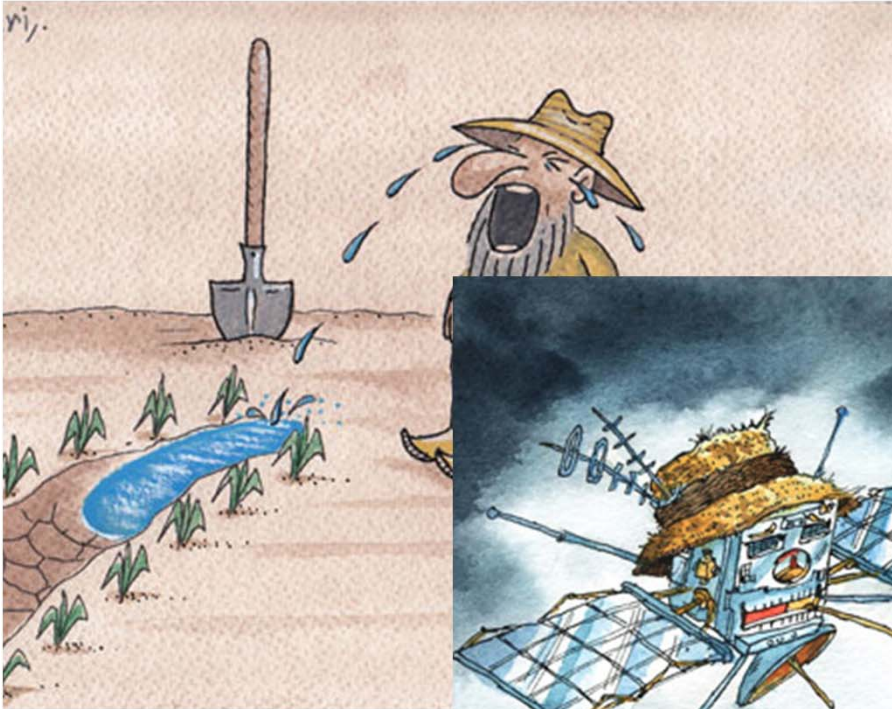


Peter Zellner

Universität Würzburg, Institut für Geographie und Geologie, Lehrstuhl für  
Fernerkundung, Oswald-Külpe-Weg 86, 97074 Würzburg

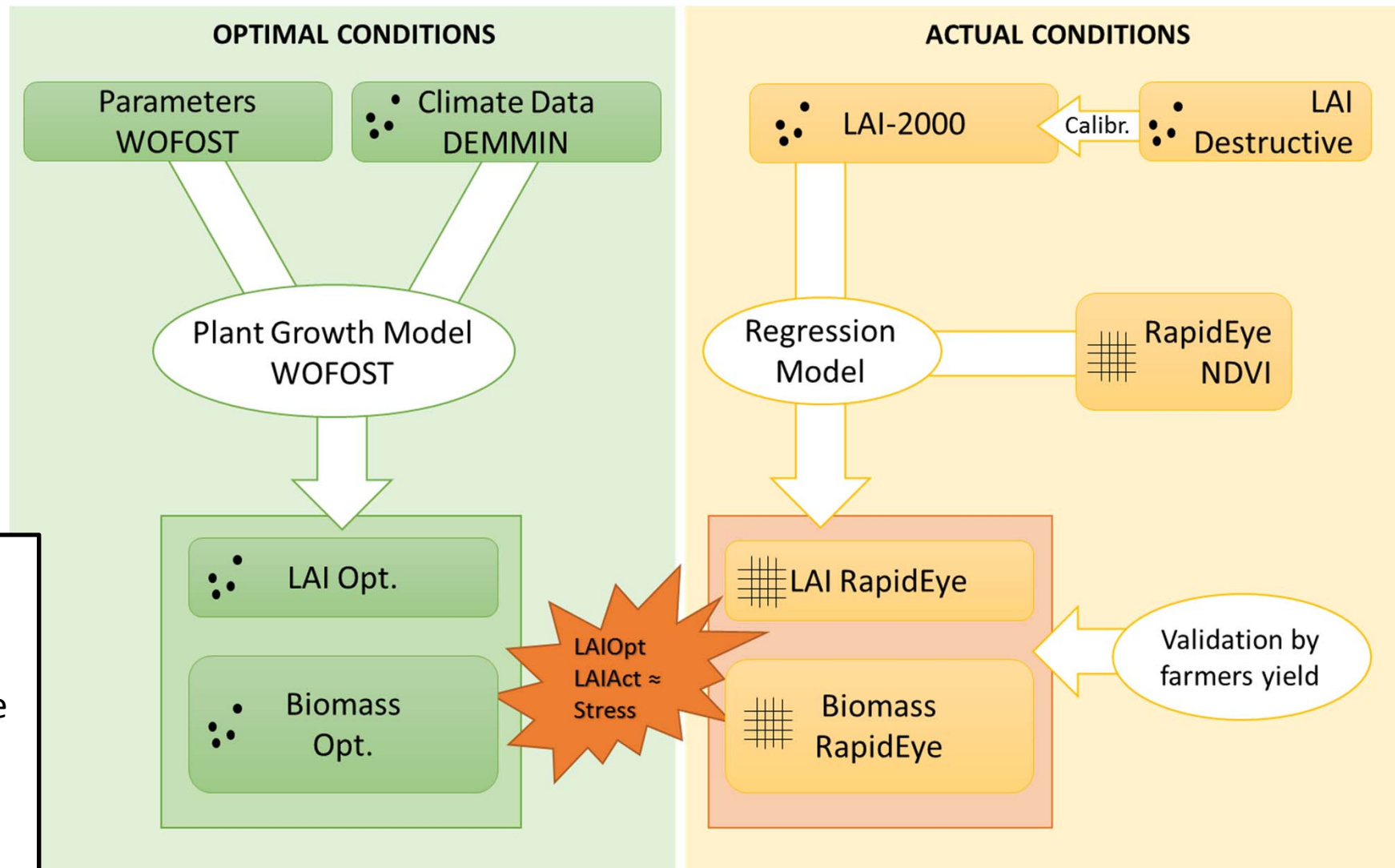


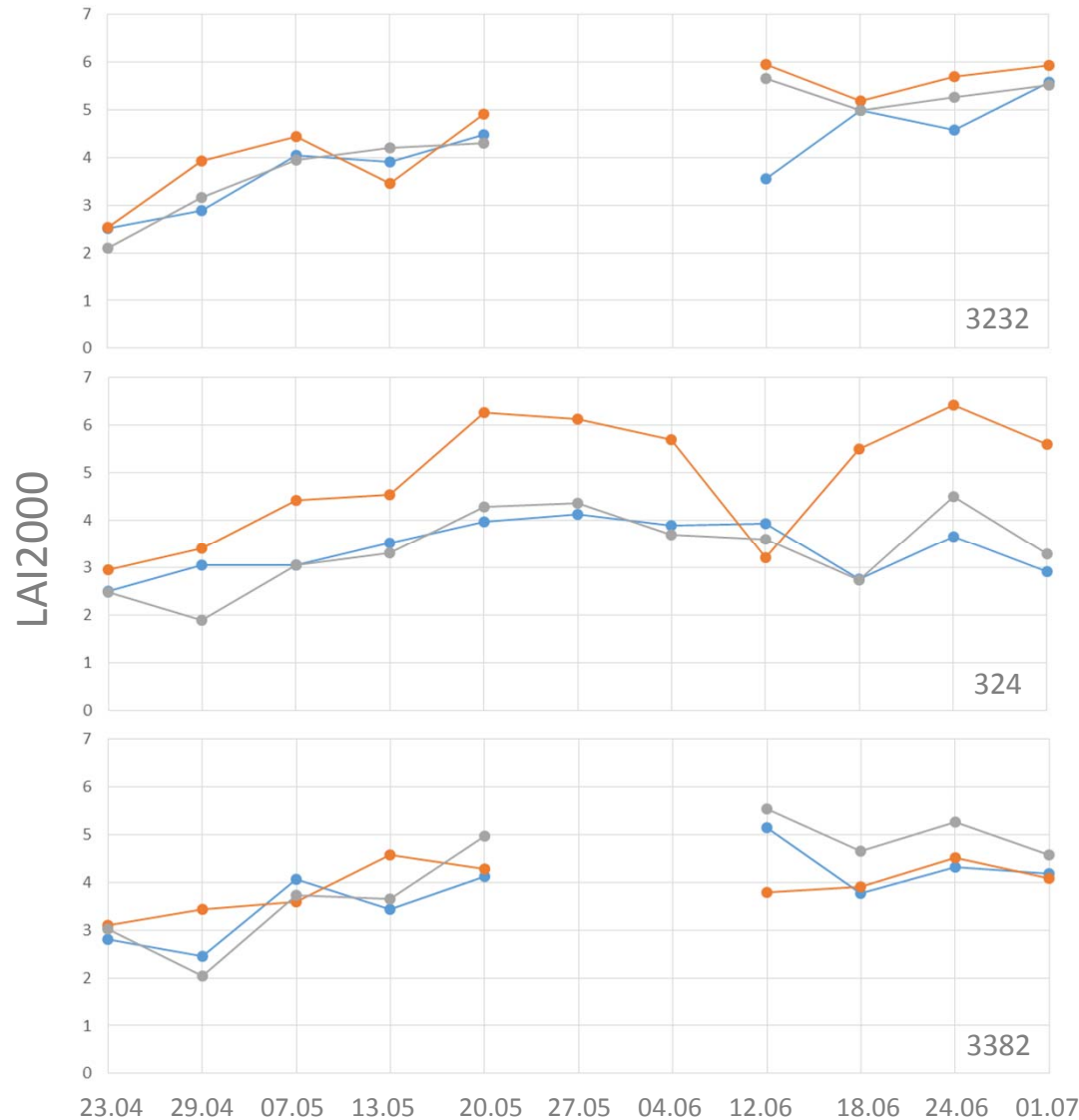
*Rembold, F. 2013*





gen  
läche



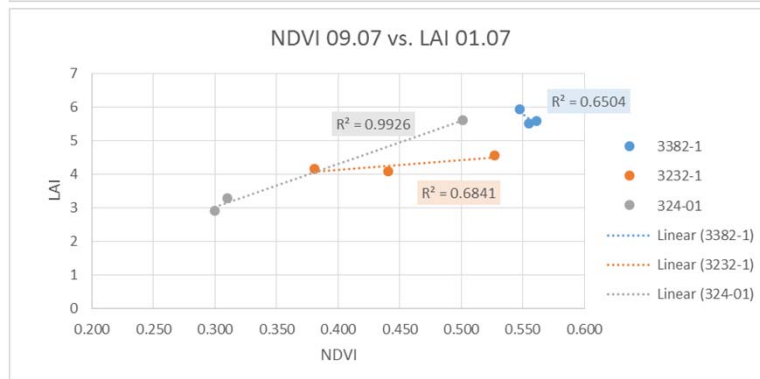
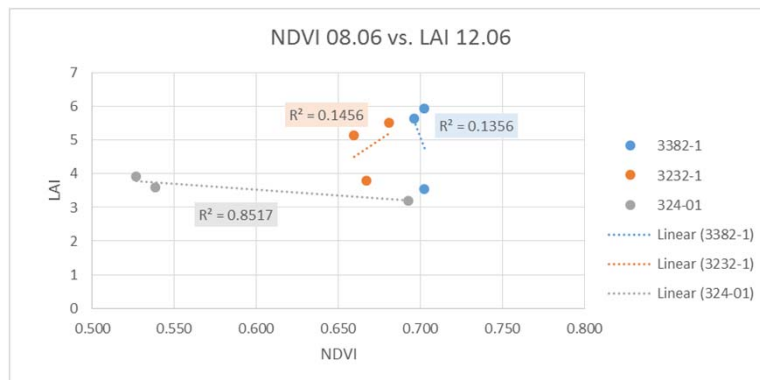
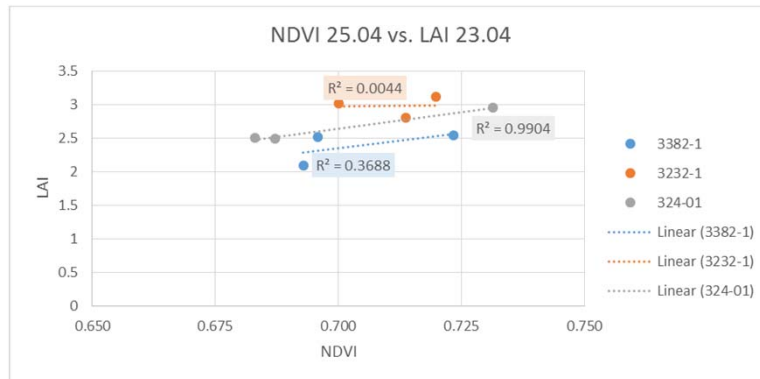


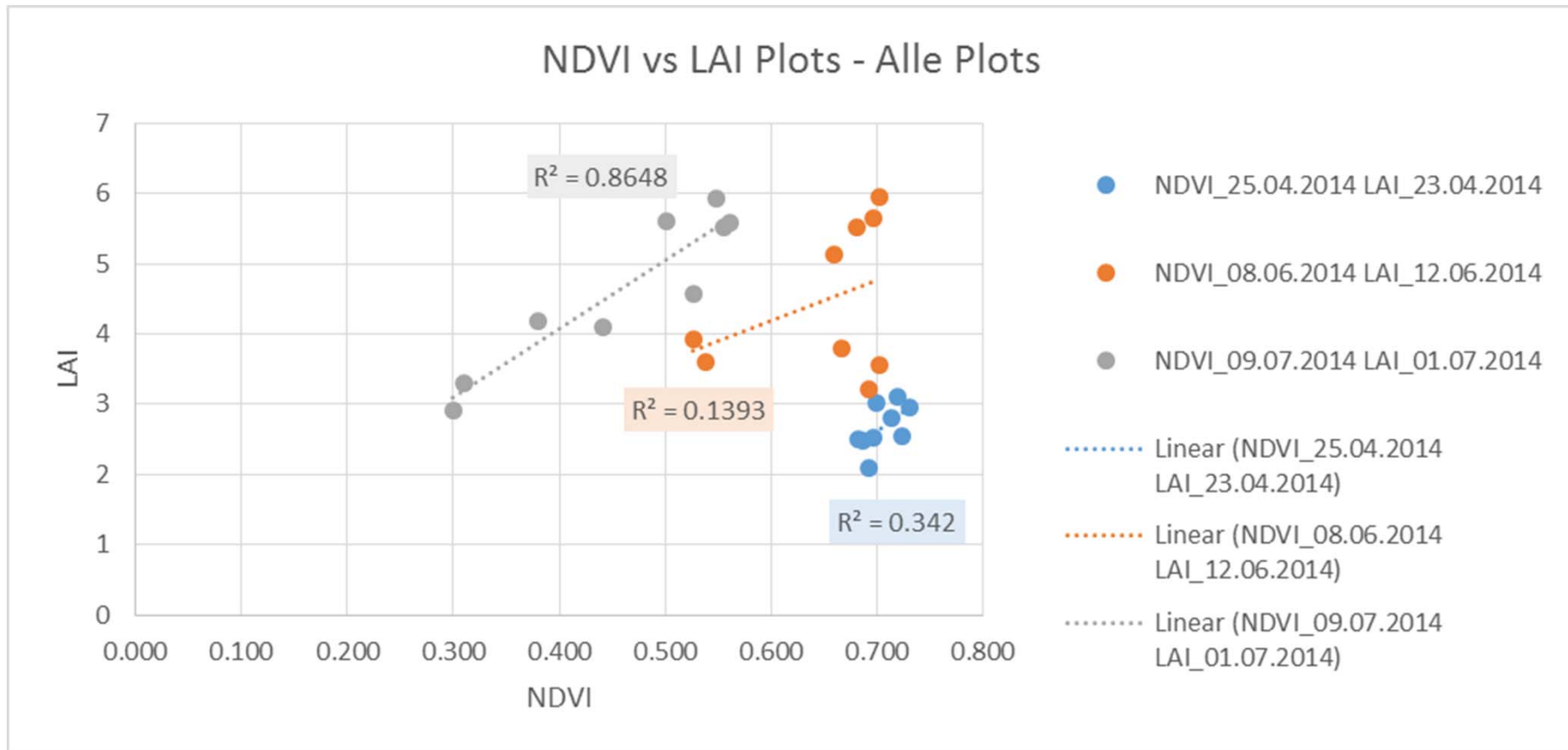
Abweichung LAI2000 vs. AccuPAR  
Als Anekdote

Daten  
LAI 2000 Messung

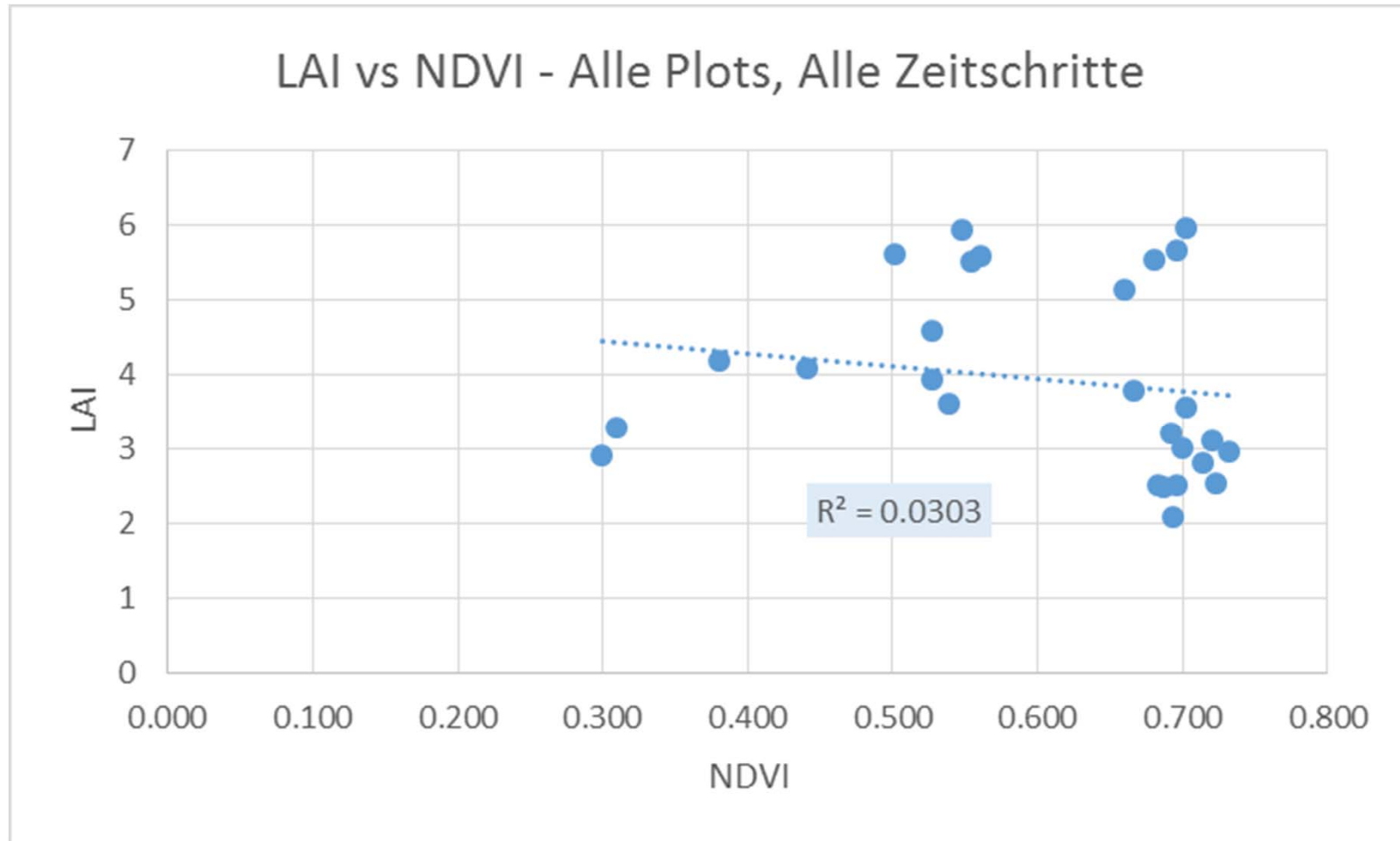
Heterogenität  
der Felder und  
Plots soll  
abgedeckt  
werden

3 Felder, je 3 Plots, 9 Zeitschritte









# Vergleich von LAI pot. und LAI2000

